



原子力発第08039号
平成20年 5月 9日

愛媛県知事
加戸守行殿



四国電力株式会社

取締役社長 常盤 百樹



伊方発電所第2号機 原子炉補機冷却水ポンプ入口弁カバーのひび割れ
他3件に係る報告書の提出について

平成20年2月14日に発生しました伊方発電所第2号機 原子炉補機冷却水ポンプ入口弁カバーのひび割れ他3件につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以上

伊方発電所第2号機

原子炉補機冷却水ポンプ入口弁カバーの

ひび割れについて

平成20年5月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第2号機 原子炉補機冷却水ポンプ入口弁カバーのひび割れ
について

2. 事象発生の日時

平成20年2月14日 17時50分頃（確認）

3. 事象発生の設備

原子炉冷却系統設備 原子炉補機冷却水設備
（原子炉補機冷却水ポンプ入口弁）

4. 事象発生時の運転状況

第20回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所第2号機（定格電気出力566MW）は、第20回定期検査中のところ、2月14日17時50分頃、保守員が原子炉補機冷却水ポンプ*1 2B入口弁の駆動部カバーにひび割れがあることを確認した。

なお、ひび割れによる冷却水等の漏えいはなく、弁の開閉機能も問題はなかった。

調査の結果、当該カバーの円周方向に約35cmの割れが2箇所確認されたため、新品のカバーと取替えて、2月22日14時00分通常状態に復旧した。

なお、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

*1 原子炉補機冷却水ポンプ

1次系のポンプ、空調機器等を冷却するための系統に冷水（純水）を供給するポンプ。A～Dの4台あり、通常は2台で運転。当該弁は、常時は開の状態、ポンプ等の点検時に手動で閉止するために設けられている。

（添付資料－1）

6. 事象の時系列

2月14日

17時50分頃 保守員が原子炉補機冷却水ポンプ2B入口弁の駆動部
カバーにひび割れがあることを確認

2月21日

駆動部取り外し、新駆動部取り付け

2月22日

14時00分 開閉動作に問題のないことを確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

駆動部カバーのひび割れの原因について、以下の調査を行い、要因の検討を実施した。

(1) 金属調査

a. 外観調査

駆動部取り外し前に駆動部カバーの目視点検を実施した結果、当該カバーの円周方向に約35cmの割れが2箇所確認された。

なお、打根跡、変形、腐食減肉等の異常は認められなかった。

(添付資料-2)

b. 分解調査

弁駆動部を点検した結果、構成部品に接触跡や摩耗等の異常は認められなかった。

(添付資料-3)

c. ひび部調査

(a) 外観観察

ひび割れの状態を目視で観察したところ、割れは応力集中の大きいカバー本体とハンドル軸(②ベベルピニオン)のベアリング穴との交差部(弁閉操作時の反力を⑨⑩ベアリングで受ける部位)が起点であり、カバー円周方向に進展していた。

また、ひびの断面は製造時の鑄造欠陥などはなかった。

(添付資料-3, 4)

(b) ミクロ組織観察

ひび割れの破面を顕微鏡により観察したところ、組織はパーライト地に片状黒鉛が分布する一般的な鑄鉄の組織であり、異常なかった。

(添付資料-5)

(c) 破面観察

破面をSEM(走査型電子顕微鏡)により観察したところ、いずれの部位でも破面は静的な破壊で生じる黒鉛片の剥離面であり、脆性的な破面であった。

(添付資料-6)

(2) 弁操作力調査

弁操作力の影響により駆動部カバーのひび割れ発生が考えられることから、当該弁を閉操作した時の状況を聞き取り調査した結果、弁閉止操作および増し締めを2名で実施したことが確認された。

また、新駆動部取付後ヨーク部に歪み計を取付け、弁閉操作時のスラスト力を測定した結果、1名による最大の閉操作スラスト力は約60kNであり、メーカ仕様許容値約100kNを十分に下回っていた。

(3) 保守状況調査

当該弁は手動弁であり、11回定検（平成8年4月～7月）で弁本体の分解点検を実施していたが、駆動部カバーは点検対象としていなかった。

なお、当該弁は伊方2号機建設時に設置されて以降取替は行っていない。

(4) 運転状況調査

当該弁は、2月11日に隔離操作のため閉操作を実施し、2月12日には当該弁下流側の水抜きを実施しており、その後ひび割れの確認された2月14日まで弁上流側から弁下流側への水漏れは確認されておらず、弁シート機能への影響はなかった。

8. 推定原因

以上の調査結果より、

- ・ 駆動部の内部構成部品に異常は認められなかった。
- ・ 隔離操作のため当該弁を2名で閉操作および増し締めを行った。
- ・ 破面は脆性的な破壊の様相を呈しており、弁操作時に応力が集中するカバー本体とハンドル軸（②ベベルピニオン）のベアリング穴との交差部より割れが発生していた。

ことから、2名による弁閉操作時に過大なスラスト力が駆動部上方への反力として作用し、応力集中部となるカバー本体とハンドル軸（②ベベルピニオン）のベアリング穴との交差部（弁閉操作時の反力を⑨⑩ベアリングで受ける部位）を起点として駆動部カバーにひび割れが生じたものと推定される。

（添付資料－3）

9. 対策

(1) 駆動部を新品に取替えた。

(2) 1～3号機の同型弁駆動部を目視点検し、問題ないことを確認した。

(3) 弁閉止操作のスラスト力の測定結果から、1名による最大の閉操作スラスト力は約60kNであり、メーカー仕様許容値約100kNを十分下回っていることから、今回の原因となった2名による最終締め付けを行わないようにするとともに、同型弁操作後には駆動部全体を確認するよう「最終締め付けは1人で実施する。操作後は、駆動部全体を確認のこと」と注意銘板を1～3号機の同型弁について取り付ける。

以上

添 付 資 料

添付資料－ 1 伊方発電所第 2 号機 原子炉補機冷却水系統概略図

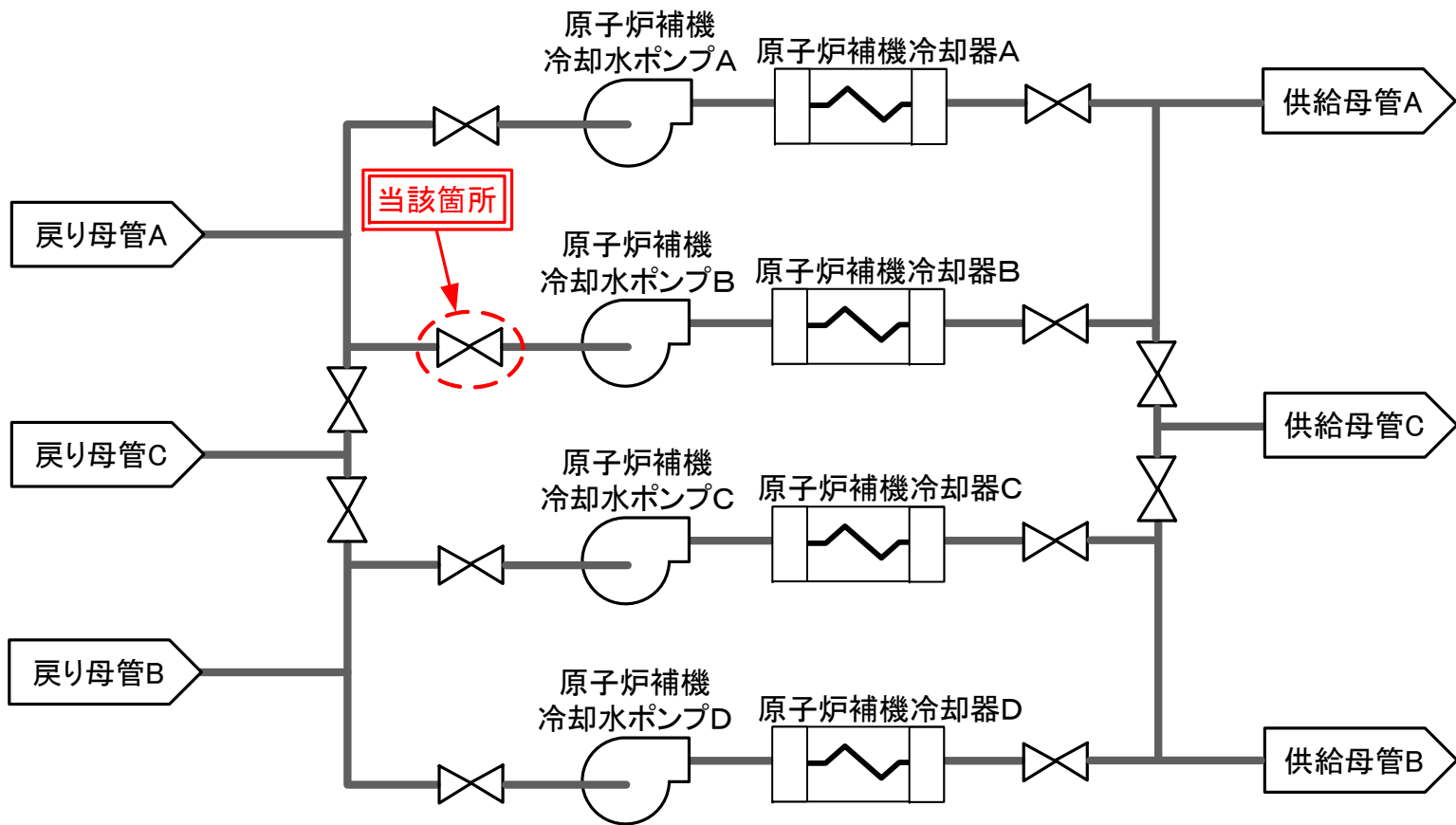
添付資料－ 2 当該部ひび割れ状況

添付資料－ 3 駆動部概略構造図

添付資料－ 4 当該部ひび割れ進展状況

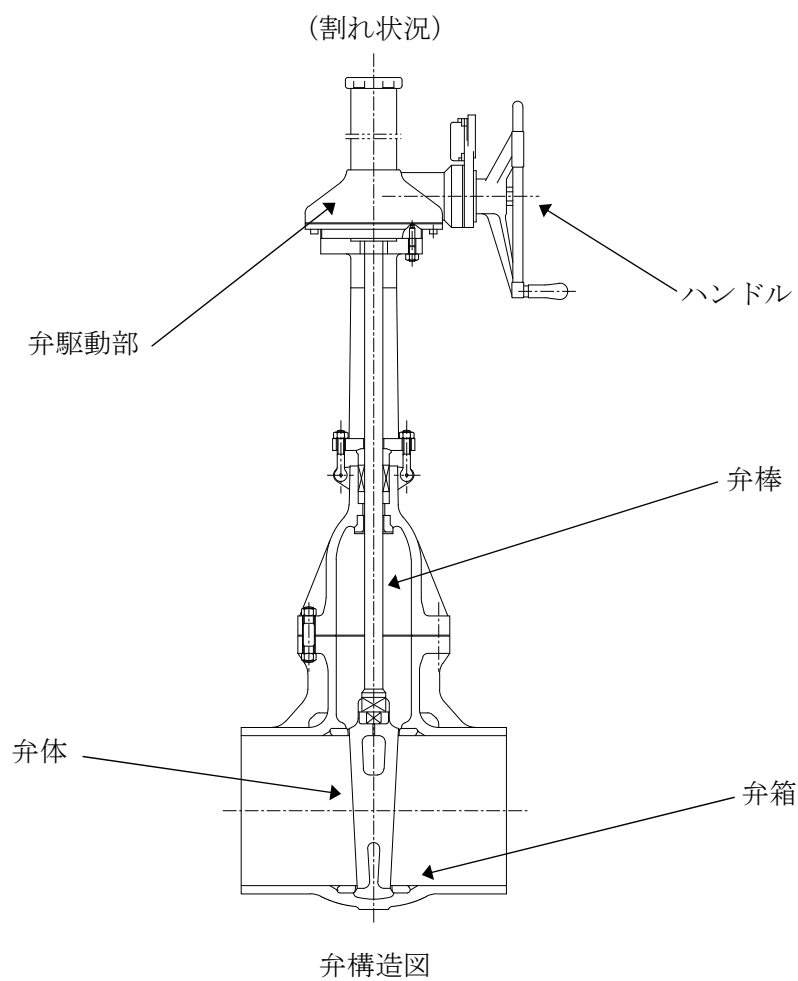
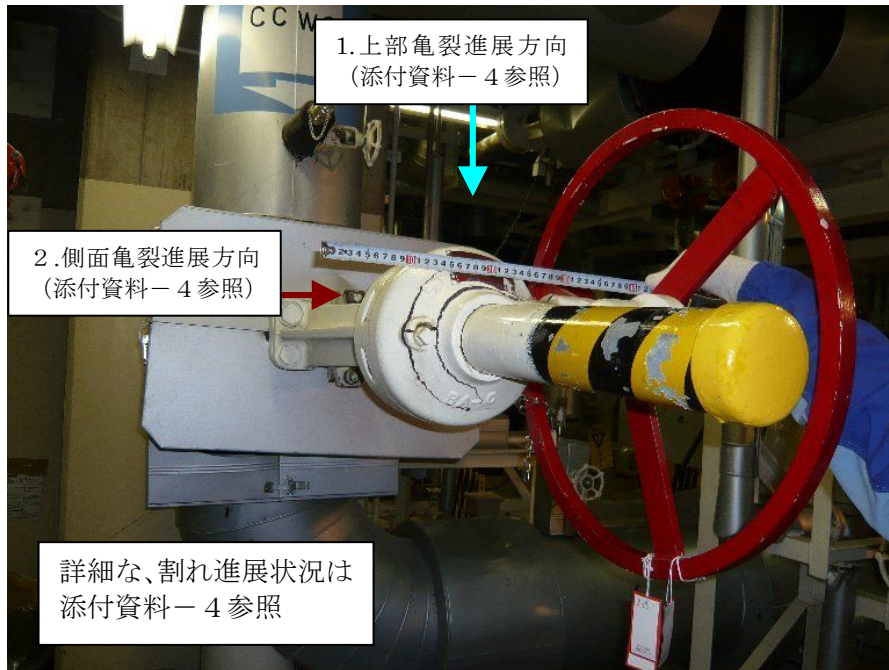
添付資料－ 5 金属調査結果（断面ミクロ観察）

添付資料－ 6 金属調査結果（SEM観察）

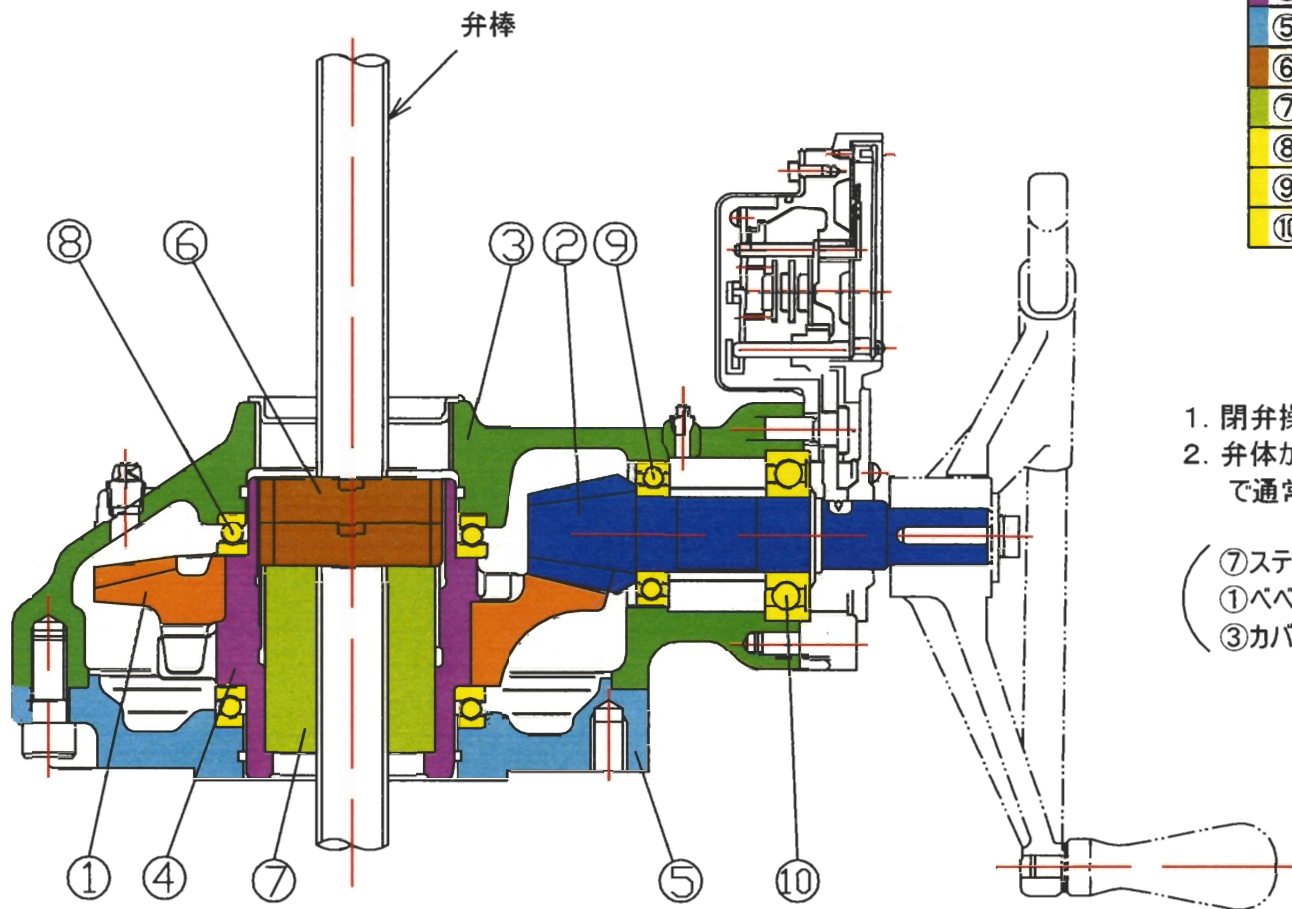


伊方発電所第2号機 原子炉補機冷却水系統概略図

当該部ひび割れ状況



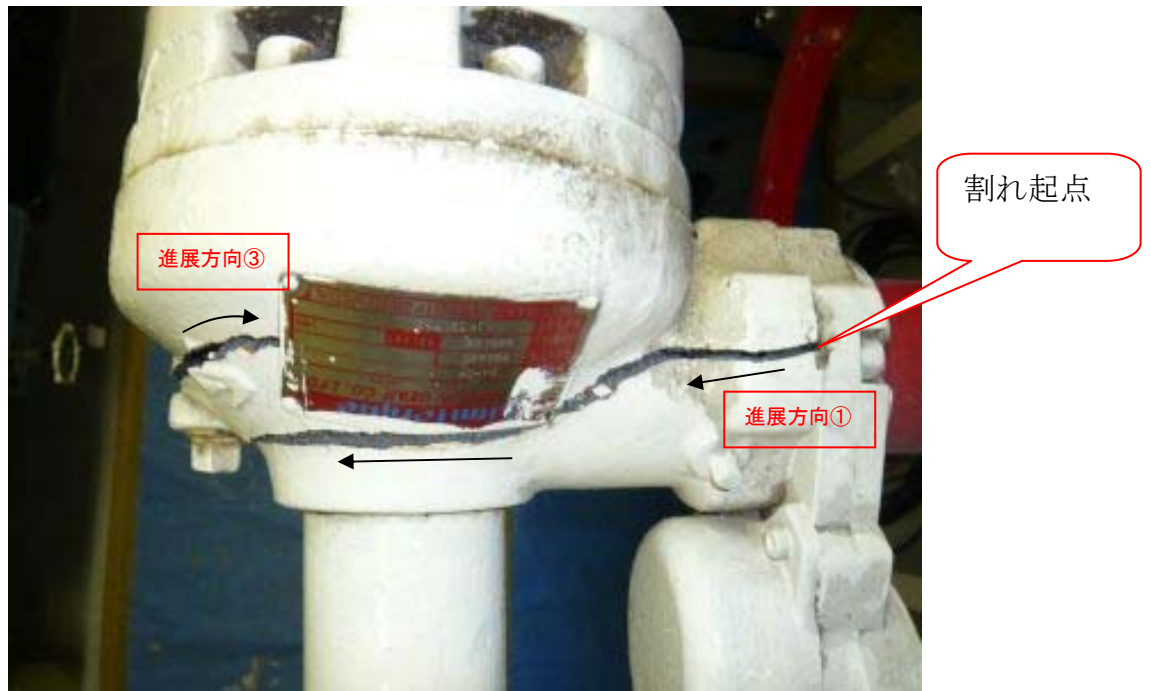
符号	部品名称
①	ベベルギア
②	ベベルピニオン
③	カバー
④	ドライブスリーブ
⑤	ベース
⑥	ロックナット
⑦	ステムナット
⑧	ベアリング
⑨	ベアリング
⑩	ベアリング



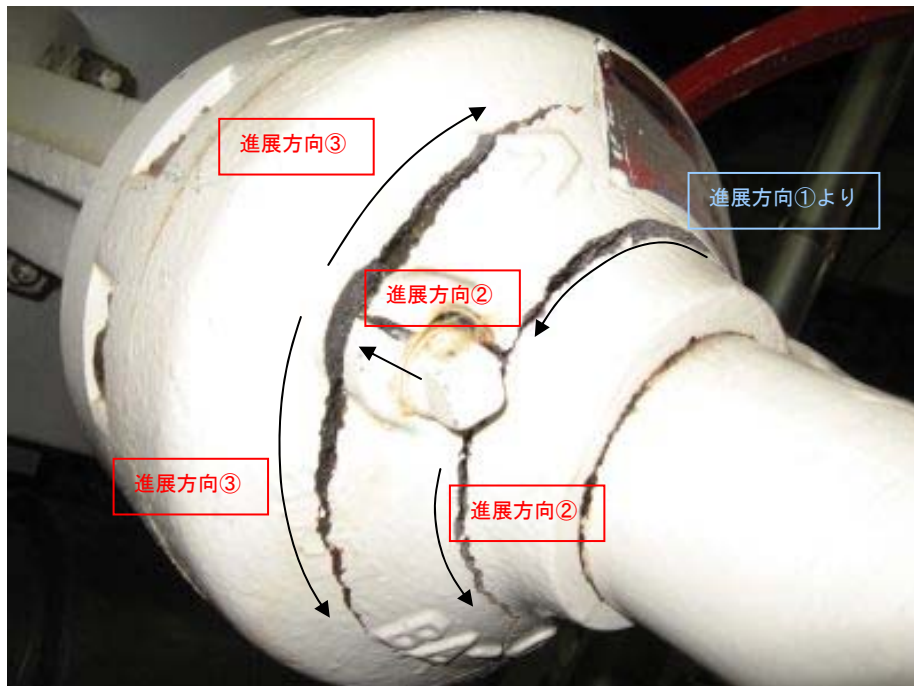
1. 閉弁操作をすると⑦に上向き力がかかる。
2. 弁体が弁座に着座し、更に増し締めを行うと次の順序で通常より大きな上向き力がカバーに作用する。

(⑦ステムナット→⑥ロックナット→④ドライブスリーブ→
 ①ベベルギア→②ベベルピニオン→⑧～⑩ベアリング→
 ③カバー)

当該部ひび割れ進展状況

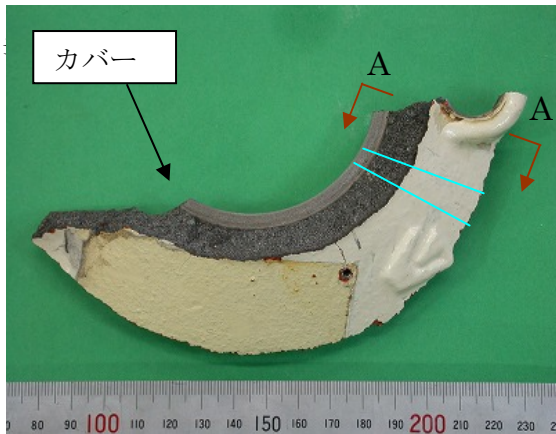


1. 上部亀裂進展方向

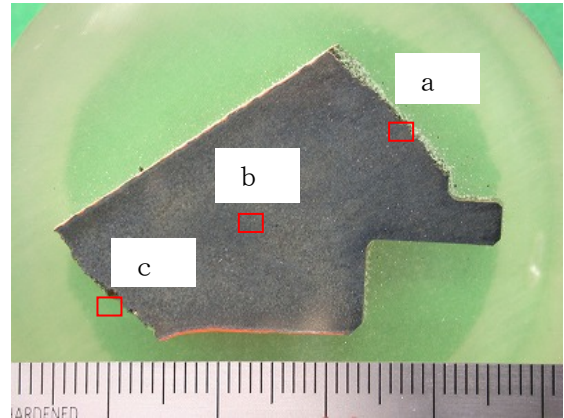


2. 側面亀裂進展方向

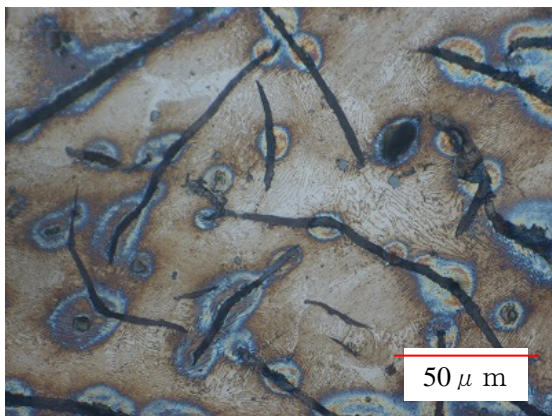
金属調査結果（断面ミクロ観察）



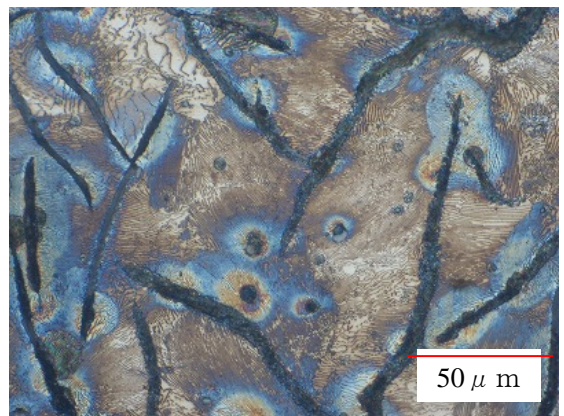
→ : 観察面 — : 切断箇所



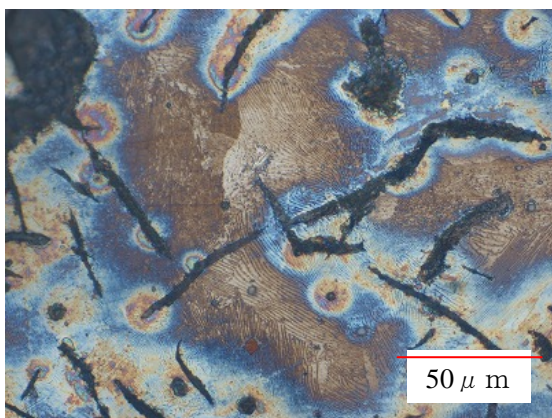
A-A矢視



a



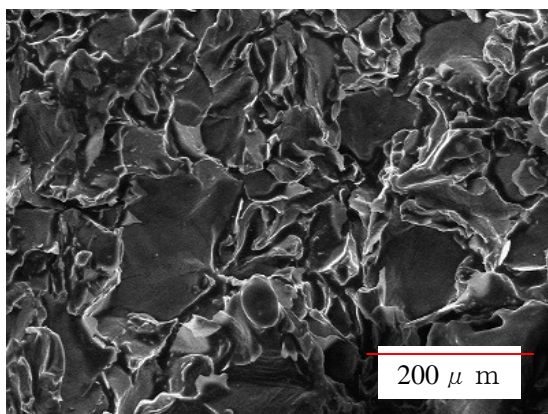
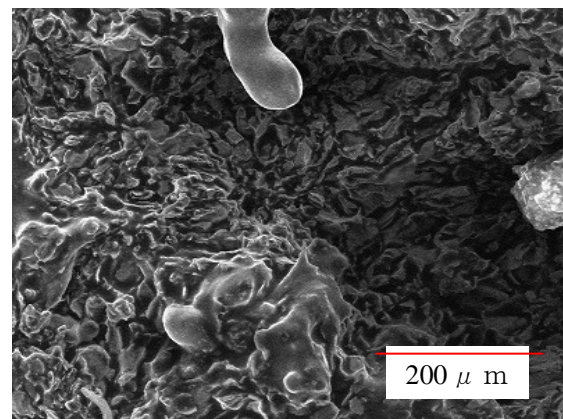
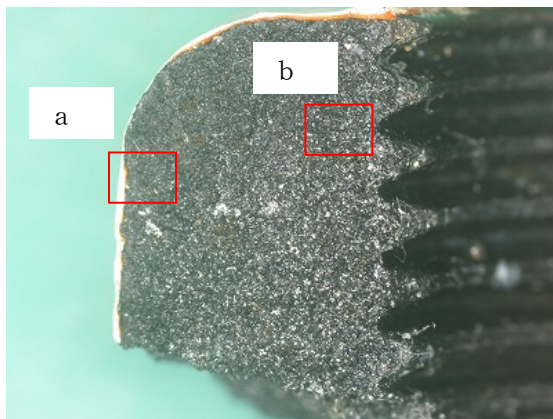
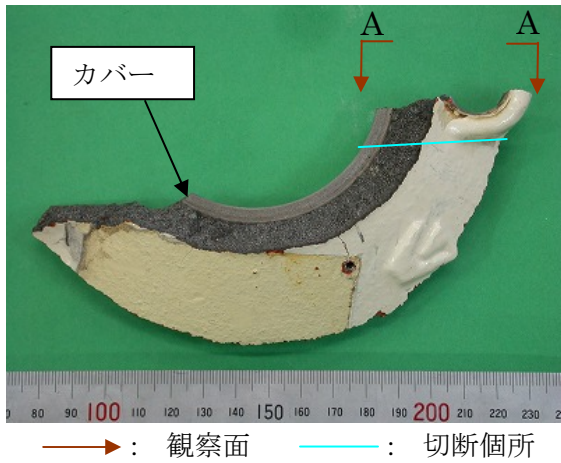
b



c

損傷品の断面サンプルを採取し、金属顕微鏡でマイクロ組織観察を行った結果、組織はパーライト地に片状黒鉛が分布する一般的な組織であり、異常は認められなかった。

金属調査結果（SEM観察）



代表として、プラグボルト付近の破面をSEM観察した結果、いずれの部位でも破面は静的な破壊で生じる黒鉛片の剥離面であり、ストライエーション（疲労）やディンプル（延性破壊）破面は認められなかった。